

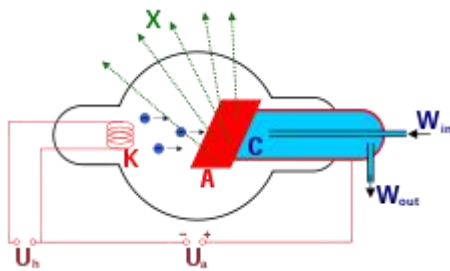
X 射线



X 射线（[英语](#)：X-ray），又被称为[艾克斯射线](#)、[伦琴射线](#)或 X 光，是一种[波长](#)范围在 0.01 [纳米](#)到 10 纳米之间（对应频率范围 30 [PHz](#) 到 30[EHz](#)）的[电磁辐射](#)形式。X 射线最初用于[医学成像](#)诊断和 [X 射线结晶学](#)。X 射线也是[游离辐射](#)等这一类对人体有危害的射线。

历史

早期 X 射线重要的研究者有 [Ivan Pului](#) 教授、[威廉·克鲁克斯](#)爵士、[约翰·威廉·希托夫](#)、[Eugene Goldstein](#)、[海因里希·鲁道夫·赫兹](#)、[菲利普·莱纳德](#)、[亥姆霍兹](#)、[尼古拉·特斯拉](#)、[爱迪生](#)、[Charles Glover Barkla](#)、[马克思·冯·劳厄](#)和[威廉·康拉德·伦琴](#)。



一台水冷 X 射线管的图纸（简化 / 过时）

物理学家希托夫观察到[真空管](#)中的阴极发出的射线。当这些射线遇到玻璃管壁会产生荧光。1876 年这种射线被 [Eugene Goldstein](#) 命名为“[阴极射线](#)”。随后，英国物理学家克鲁克斯研究[稀有气体](#)里的能量释放，并且制造了[克鲁克斯管](#)。这是一种玻璃真空管，内有可以产生高电压的电极。他还发现，当将未曝光的相片底片靠近这种管时，一些部分被感光了，但是他没有继续研究这一现象。1887

年 4 月，尼古拉·特斯拉开始使用自己设计的高电压真空管与克鲁克斯管研究 X 光。他发明了单电极 X 光管，在其中电子穿过物质，发生了现在叫做[韧致辐射](#)的效应，生成高能 X 光射线。1892 年特斯拉完成了这些实验，但是他并没有使用 X 光这个名字，而只是笼统成为放射能。他继续进行实验，并提醒科学界注意阴极射线对生物体的危害性，但他没有公开自己的实验成果。1892 年赫兹进行实验，提出阴极射线可以穿透非常薄的金属箔。赫兹的学生伦纳德进一步研究这一效应，对很多金属进行了实验。[亥姆霍兹](#)则对光的电磁本性进行了数学推导。



[伦琴](#)拍摄的一张 X 射线照片，伦琴夫人的手骨与戒指

1895 年 11 月 8 日德国科学家伦琴开始进行阴极射线的研究。1895 年 12 月 28 日他完成了初步的实验报告“一种新的射线”。他把这项成果发表在 [维尔茨堡](#)’s Physical-Medical Society 杂志上。为了表明这是一种新的射线，伦琴采用表示未知数的 X 来命名。很多科学家主张命名为伦琴射线，伦琴自己坚决反对，但是这一名称直至今日仍然被广泛使用，尤其在德语国家。1901 年伦琴获得[诺贝尔物理学奖](#)。

1895 年[爱迪生](#)研究了材料在 X 光照射下发出荧光的能力，发现[钨酸钙](#)最为明显。1896 年 3 月爱迪生发明了荧光观察管，后来被用于医用 X 光的检验。然而 1903 年爱迪生终止了自己对 X 光的研究，因为他公司的一名玻璃工人喜欢将 X 光管放在手上检验，得上了癌症，尽管进行了截肢手术仍然没能挽回生命。1906 年物理学家贝克勒耳发现 X 射线能够被气体散射，并且每一种元素有其特征 X 谱线。他因此获得了 1917 年[诺贝尔物理学奖](#)。

在 20 世纪 80 年代，X 射线激光器被设置为[罗纳德·里根](#)总统的战略主动防御计划的一部分。然而对该装置（一种类似激光炮，或者死亡射线的装置，由[热核反应](#)提供能量）最初的、同时也是仅有的试验并没有给出结论性的结果。同时，由于政治和技术的原因，整体的计划（包括 X 射线激光器）被搁置了（然而该计划后来又被重新启动——使用了不同的技术，并作为[布什](#)总统[国家导弹防御计划](#)的一部分）。

在 20 世纪 90 年代，[哈佛大学](#)建立了 [Chandra X 射线天文台](#)，用来观测[宇宙](#)中强烈的天文现象中产生的 X 射线。与从[可见光](#)观测到的相对稳定的[宇宙](#)不同，从 X 射线观测到的[宇宙](#)是不稳定的。它向人们展示了[恒星](#)如何被[黑洞](#)绞碎，[星系](#)间的碰撞，[超新星](#)和[中子星](#)。

X 射线的产生

X 射线波长略大于 0.5 [nm](#) 的被称作[软 X 射线](#)。波长短于 0.1 纳米的叫做[硬 X 射线](#)。硬 X 射线与波长长的（低能量）[伽马射线](#)范围重叠，二者的区别在于辐射源，而不是波长：X 射线[光子](#)产生于高能[电子](#)加速，伽马射线则来源于[原子核](#)衰变。

产生 X 射线的最简单方法是用加速后的电子撞击[金属](#)靶。撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能会以光子形式放出，形成 X 光光谱的连续部分，称之为[制动辐射](#)。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出。于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子。由于外层电子跃迁放出的能量是量子化的，所以放出的光子的波长也集中在某些部分，形成了 X 光谱中的特征线，此称为[特性辐射](#)。

此外，高强度的 X 射线亦可由[同步加速器](#)或[自由电子雷射](#)产生。[同步辐射](#)光源，具有高强度、连续波长、光束准直、极小的光束截面积并具有时间脉波性与偏振性，因而成为科学研究最佳之 X 光光源。

探测器

X 射线的探测可基于多种方法。最普通的一种方法叫做[照相底板](#)法，这种方法在[医院](#)里经常使用。将一片照相[底片](#)放置于人体后，X 射线穿过人体内软组织（[皮肤](#)及器官）后会照射到[底片](#)，令这些部位于[底片](#)经显影后保留黑色；X 射线无法穿过人体内的硬组织，如[骨](#)或其他被注射含[钡](#)或[碘](#)的物质，[底片](#)于显影后会显示成白色。[光激影像板](#)（[en:image plate](#)）因子位化容易，在少部分医院已以之取代传统底片。另一方法是利用 X 光照在特定材质上所产生的[荧光](#)，例如碘化钠（NaI）。科学研究上，除了使用 X 光 [CCD](#)，也利用 X 光[游离气体](#)的特性，使用气体游离腔做为 X 光强度之侦测。这些方法只能显示出 X 射线的[光子](#)密度，但无法显示出 X 射线的[光子](#)能量。X 光光子的能量通常以[晶体](#)使 X 光[衍射](#)再依[布拉格定律](#)（[Bragg's law](#)）决定之。

X 射线衍射

在晶体学研究上，[劳厄](#)发现了 X 射线通过晶体之后产生的衍射现象，即 X 光衍射。[布拉格](#)则使用布拉格定律对衍射关系进行了定量的描述。

医学用途



X 光下的六指手掌

[伦琴](#)发现 X 射线后仅仅几个月时间内，它就被应用于[医学影像](#)。[1896 年 2 月](#)，[苏格兰](#)医生[约翰·麦金泰尔](#)在[格拉斯哥皇家医院](#)设立了世界上第一个放射科。

[放射医学](#)是[医学](#)的一个专门领域，它使用[放射线照相术](#)和其他技术产生[诊断图像](#)。的确，这可能是 X 射线技术应用最广泛的地方。X 射线的用途主要是探测[骨骼](#)的病变，但对于探测[软组织](#)的病变也相当有用。常见的例子有胸腔 X 射线，用来诊断肺部疾病，如[肺炎](#)、[肺癌](#)或[肺气肿](#)；而腹腔 X 射线则用来检测[肠道梗塞](#)，自由气体（free air，由于内脏穿孔）及自由液体（free fluid）。某些情况下，使用 X 射线诊断还存在争议，例如[结石](#)（对 X 射线几乎没有阻挡效应）或[肾结石](#)（一般可见，但并不总是可见）。

借助计算机，人们可以把不同角度的 X 射线影像合成成三维图像，在医学上常用的[电脑断层扫描](#)（CT 扫描）就是基于这一原理。

参看

- [X 射线晶体学](#)
- [X 射线天文学](#)
- [X 光吸收光谱](#)

- [X 射线机](#)
- [X 射线显微术](#)
- [盖革计数器](#)
- [N 射线](#)
- [同步辐射光源](#)

参考资料

伦琴发现的是人工放射性, 还是天然放射性?

1895 年 9 月 8 日这一天, 伦琴正在做阴极射线实验。阴极射线是由一束电子流组成的。当位于几乎完全真空的封闭玻璃管两端的电极之间有高电压时, 就有电子流产生。阴极射线并没有特别强的穿透力, 连几厘米厚的空气都难以穿过。这一次伦琴用厚黑纸完全覆盖住阴极射线, 这样即使有电流通过, 也不会看到来自玻璃管的光。可是当伦琴接通阴极射线管的电路时, 他惊奇地发现在附近一条长凳上的一个荧光屏(镀有一种荧光物质氰亚铂酸钡)上开始发光, 恰好象受一盏灯的感应激发出来似的。他断开阴极射线管的电流, 荧光屏即停止发光。由于阴极射线管完全被覆盖, 伦琴很快就认识到当电流接通时, 一定有某种不可见的辐射线自阴极发出。由于这种辐射线的神秘性质, 他称之为“X 射线”——X 在数学上通常用来代表一个未知数。

这一偶然发现使伦琴感到兴奋, 他把其它的研究工作搁置下来, 专心致志地研究 X 射线的性质。经过几周的紧张工作, 他发现了下列事实。(1) X 射线除了能引起氰亚铂酸钡发荧光外, 还能引起许多其它化学制品发荧光。(2) X 射线能穿透许多普通光所不能穿透的物质; 特别是能直接穿过肌肉但却不能透过骨骼, 伦琴把手放在阴极射线管和荧光屏之间, 就能在荧光屏上看到他的手骨。(3) X 射线沿直线运行, 与带电粒子不同, X 射线不会因磁场的作用而发生偏移。

1895 年 12 月伦琴写出了他的第一篇 X 射线的论文, 发表后立即引起了人们极大的兴趣和振奋。在短短的几个月内就有数以百计的科学家在研究 X 射线, 在一年之内发表的有关论文大约就有一千篇! 在伦琴发明的直接感召下而进行研究的科学家当中有一位是安托万·亨利·贝克雷尔。贝克雷尔虽然是有意在做 X 射线的研究, 但是却偶然发现了甚至更为重要的放射现象。

在一般情况下, 每当用高能电子轰击一个物体时, 就会有 X 射线产生。X 射线本身并不是由电子而是由电磁波构成的。因此这种射线与可见辐射线(即光波)基本上相似, 不过其波长要短得多。

X 射线发现才 4 天, 美国医生就用它找出了病人腿上的子弹。企业家蜂拥而至, 出高价购买 X 光射线技术。50 万, 100 万, 出价越来越高。“哪怕是 1000 万, ”, 伦琴淡淡的一笑答道: “我的发现属于全人类。

但愿这一发现能被全世界科学家所利用。这样, 就会更好地服务于人类……”因此, 伦琴没有申请专利权。他知道, 如果这项技术被一家大公司独占, 穷人就出不起钱去照 X 光照片。爱迪生得知这个消息后深受感动。他为接收 X 光发明了一种极好的荧光屏, 和 X 光射线管配合使用, 也没有申请专利权。

为了奖赏伦琴在科学上的贡献，巴伐利亚贵族院准备授予他王室勋章及贵族封号。但是伦琴不愿意用贵族来玷污自己的名字，他不顾一些势利小人的恶意诽谤，拒绝接受这一贵族封号。在诺贝尔逝世五年以后，首次颁发他所奠基的诺贝尔奖。伦琴是第一个获物理奖的人。他高兴地接收了诺贝尔奖金，但是却把数额为 5 万瑞典克罗纳的奖金转赠给沃兹堡大学。

当然 X 射线的最著名的应用还是在医疗（包括口腔）诊断中。其另一种应用是放射性治疗，在这种治疗当中 X 射线被用来消灭恶性肿瘤或抑制其生长。X 射线在工业上也有很多应用，例如，可以用来测量某些物质的厚度或勘测潜在的缺陷。X 射线还应用于许多科研领域，从生物到天文，特别是为科学家提供了大量有关原子和分子结构的信息。

发现 X 射线的全部功劳都应归于伦琴。他独自研究，他的发现是前所未料的，他对其进行了极佳的追踪研究，而且他的发现对贝克雷尔及其他研究人员都有重要的促进作用。

伦琴奖金以德国物理学家威廉·康拉德·伦琴的姓氏命名，是为了纪念他对现代物理学作出的巨大贡献。